

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION  
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)(19) Organisation Mondiale de la Propriété  
Intellectuelle  
Bureau international

PCT

(43) Date de la publication internationale  
15 janvier 2004 (15.01.2004)

Rec'd PCT/PTO 30 DEC 2004

(10) Numéro de publication internationale  
WO 2004/004997 A2(51) Classification internationale des brevets<sup>7</sup> : B29B 17/02(21) Numéro de la demande internationale :  
PCT/FR2003/002011

(22) Date de dépôt international : 30 juin 2003 (30.06.2003)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :  
02/08242 2 juillet 2002 (02.07.2002) FR(71) Déposant (*pour tous les États désignés sauf US*) : GAL-  
LOO PLASTICS (S.A.) [FR/FR]; 1, avenue du Port Flu-  
vial, F-59250 Halluin (FR).

(72) Inventeur; et

(75) Inventeur/Déposant (*pour US seulement*) : DE FER-  
AUDY, Hugues [FR/FR]; La Girardière, F-69220  
Charentay (FR).(74) Mandataire : IXAS CONSEIL; GAUCHERAND,  
Michel, 15, rue Emile Zola, F-69002 Lyon (FR).(81) États désignés (*national*) : AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ,  
BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ,  
DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,  
HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK,  
LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX,  
MZ, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG,  
SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC,  
VN, YU, ZA, ZM, ZW.(84) États désignés (*regional*) : brevet ARIPO (GH, GM, KE,  
LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), brevet  
eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), brevet  
européen (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI,  
FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK,  
TR), brevet OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ,  
GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

## Publiée :

- sans rapport de recherche internationale, sera republiée dès réception de ce rapport

*En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abréviations, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de la Gazette du PCT.*

(54) Title: METHOD FOR PRECONCENTRATION OF ORGANIC SYNTHETIC MATERIALS DERIVED FROM SHREDDING OF END-OF-LIFE DURABLE GOODS

(54) Titre : PROCEDE DE PRECONCENTRATION DE MATERIAUX ORGANIQUES DE SYSTHESE EN PROVENANCE DE DECHETS DE BROYAGE DE BIENS DURABLES ARRIVES EN FIN DE VIE

(57) **Abstract:** The invention concerns a method for preconcentration of upgradable polymer materials derived from a residue of shredded end-of-life consumable goods which consists in treating the residue in successive steps comprising sorting, aeraulic separation, crushing and final aeraulic separation, to eliminate therefrom the major part of contaminating materials such as metals, glass, rubber, sand and the like and to obtain a preconcentrated fraction of upgradable polymer materials for recycling. The preconcentration method preferably enables 85 wt. % of upgradable materials to be obtained per recycling treatment.

(57) **Abbrégé :** Procédé de préconcentration de matériaux polymères valorisables issus d'un résidu de broyage d'articles consom-  
mables en fin de vie, tels que automobiles, matériel informatique, matériel électroménager qui consiste à traiter le résidu par des  
étapes successives comportant criblage, séparation aéraulique, broyage et ultime séparation aéraulique, pour en éliminer majoritairement les matériaux contaminants tels que métaux, verre, caoutchouc, sable ou autres et obtenir une fraction préconcentrée en matériaux polymères valorisables par recyclage. Le procédé de préconcentration permet d'atteindre préférentiellement au moins 85% en poids de matériaux polymères valorisables par recyclage.

WO 2004/004997 A2

PROCEDE DE PRECONCENTRATION DE MATERIAUX ORGANIQUES DE  
SYNTHESE EN PROVENANCE DE DECHETS DE BROYAGE DE BIENS  
DURABLES ARRIVES EN FIN DE VIE.

5

Domaine de l'invention

L'invention concerne un procédé de pré-concentration de matériaux organiques de synthèse à valoriser tels que les 10 matériaux polymères de synthèse, issus de la destruction par broyage de biens durables arrivés en fin de vie.

Un problème important des industries du recyclage est d'avoir à traiter une grande variété de flux plus ou moins 15 polluants et pollués, plus ou moins concentrés en matériaux divers dont certains sont valorisables. Or, les équipements de triage de déchets industriels sont spécialisés pour traiter un type de déchet particulier : c'est pourquoi ils ne peuvent être efficaces qu'à la 20 condition d'être alimentés par un flux de déchets qui leur soit adapté et provenant sans aucun traitement des déchets collectés ou destinés à être mis en décharge.

Ainsi, afin d'améliorer la valorisation des déchets et de 25 la rendre maximale, il est nécessaire d'alimenter les équipements de triage spécialisés pour un type de déchet, avec des flux à traiter déjà pré-concentrés en matériaux à valoriser.

30 Cette étape de pré-concentration des déchets a, dès lors, au moins deux objectifs dont :

- ✓ l'un est de séparer des déchets afin de les orienter vers les moyens de traitement spécialisés,
- 35 ✓ et l'autre est de pré-concentrer un flux de déchets à traiter afin d'améliorer le rendement global de la chaîne de traitement des déchets en augmentant le ratio « masse de produits triés à valoriser par rapport à la

- 2 -

masse totale de produits entrant dans la chaîne de traitement de déchets ».

C'est pourquoi l'invention concerne un procédé de pré-concentration 5 d'une fraction de matériaux polymères de synthèse à valoriser à partir de résidus issus de la destruction de biens durables arrivés en fin de vie, ces résidus contenant des matériaux organiques de synthèse valorisables et d'autres matériaux, dont certains sont 10 également valorisables et les autres constituent des matériaux contaminants non valorisables à éliminer définitivement.

Plus particulièrement, l'invention concerne un procédé 15 permettant d'extraire tous matériaux polymères de synthèse dans un état solide ou expansé de quelque composition que ce soit, présents dans un flux de résidus contenant d'autres matériaux considérés comme des matériaux contaminants tels que métaux, minéraux et autres 20 contaminants, afin d'arriver à un taux de concentration en poids de matériaux polymères de synthèse d'au moins 60 %, de préférence d'au moins 85 %, et très préférentiellement d'au moins 90 %. Ces matériaux pré-concentrés sont 25 destinés à être soumis par la suite à un autre traitement de séparation et de sélection dans le but de récupérer différentes fractions de matériaux polymères de synthèse homogènes, de même qu'une fraction de polymères mousse extraite.

30 Les flux sur lesquels s'applique le procédé de l'invention proviennent généralement de résidus de broyage automobile et de biens de consommation durables arrivés en fin de vie, pour lesquels une multiplicité de types de matériaux polymères de synthèse sont à considérer être valorisables 35 et pour lesquels une multiplicité d'autres matériaux sont considérés comme des contaminants gênants tels que métaux, minéraux et matériaux contaminants divers et doivent être

- 3 -

éliminés. D'autres déchets, tels que des déchets industriels mélangés contenant des matériaux polymères de synthèse et des déchets d'emballage en provenance de collectes municipales et contenant également des matériaux polymères valorisables mélangés peuvent être tout autant considérés comme potentiellement valorisables.

Etat de la technique

10 Le problème important posé aux industries du recyclage est connu depuis quelques années déjà et a fait l'objet de recherches industrielles relativement nombreuses dont quelques cas ont été sélectionnés pour établir l'état de la technique du domaine de l'invention.

15 Un premier document (USP n°6,024,226) décrit une technologie et un procédé qui permettent de séparer et recueillir en continu des matériaux issus de mélanges de particules solides hétérogènes provenant essentiellement 20 des déchets solides en utilisant une pluralité de cellules de séparation, chaque cellule étant remplie d'un liquide de densité particulière et différente des autres cellules.

25 Une première cellule de séparation reçoit le flux de matériaux hétérogènes à trier qui est mis en contact avec un premier liquide-support de densité d'environ 1,0 permettant à une première fraction de matériaux à séparer de flotter dans le liquide-support en formant une fraction légère alors que la fraction restante de densité 30 supérieure coule en formant une fraction lourde. Cette fraction lourde est reprise et introduite dans une deuxième cellule de séparation dont le milieu liquide-support a une densité différente de celle de la première cellule, entraînant de ce fait une nouvelle séparation en 35 fractions légères et fractions lourdes.

- 4 -

Le procédé ainsi évoqué apparaît être surtout adapté au traitement de fractions métalliques en vue de récupérer les non ferreux, ainsi qu'au traitement des fractions organiques de synthèse éventuellement purifiées quant à 5 leur teneur en matériaux organiques de synthèse lourds - essentiellement les chlorés - pour une valorisation thermique moins polluante.

Un autre document (WO9801276) décrit un procédé et un 10 dispositif pour le traitement des déchets de matières polymères de synthèse mélangées, les particules qui excèdent un poids particulier ou une densité particulière (décrite comme fraction lourde) étant séparées préalablement des déchets plus légers tels que films et 15 papiers qui sont aspirés et gérés différemment. Selon ce brevet, la fraction lourde de polymères thermoplastiques rigides mélangés, est broyée dans deux types de broyeurs, puis tamisée à des dimensions fines de quelques millimètres, puis séparée par criblage et triée par des 20 moyens tels que aspiration et/ou séparation par charge électrostatiques. À cette fin, le dispositif de traitement comporte une étape de broyage, une étape de tamisage et/ou une étape de séparation électrostatique. Les flux de 25 matériaux concernés à traiter sont essentiellement des déchets d'emballage plastiques plus ou moins contaminés, dont il s'agit d'extraire une fraction en vue d'une valorisation thermique. Le broyage fin et le criblage permettent de réduire la teneur en matériaux chlorés et inorganiques.

30

Un autre document (DE19915481) décrit un procédé de traitement de la fraction légère de résidus de broyage qui comporte les étapes de réduction de taille par broyage, d'élimination des métaux ferreux restant et des particules 35 sur lesquelles resteraient attachés des métaux non ferreux. Un second broyage est pratiqué pour obtenir des tailles de particules réduites suivie d'un séchage du flux,

- 5 -

d'une séparation du flux séché des fractions organiques légères les plus grandes et une récupération de ces fractions. Un fractionnement du matériau restant en au moins deux tailles de particules est ensuite pratiqué par 5 criblage et tamisage suivi d'une séparation sous la forme de fraction organique et fraction inorganique. Le procédé impose de sécher l'ensemble du flux initial de matériaux à traiter, ce qui est potentiellement avantageux dans une valorisation thermique, mais ce qui est coûteux et inutile 10 pour une valorisation des matériaux constitutifs de ces résidus de broyage.

Un autre document (DE19526791) décrit un procédé et un dispositif pour séparer des mélanges de métaux et 15 polymères de synthèse associés et/ou en mélange, par des étapes de réduction de taille des particules, de séparation magnétique, de criblage, de classification aéraulique et de séparation des non ferreux d'avec les matériaux polymères. Le procédé initial sépare les métaux 20 du broyage, en utilisant un criblage sur lit fluidisé, une telle séparation par classification permettant de séparer différentes fractions dont une fraction métallique légère libre de toute autre fraction, une fraction métallique lourde, une fraction de matériaux légers, une fraction de 25 particules de fils et une fraction de matériaux polymères mélangés. L'unité de traitement comporte les étapes suivantes : broyage, séparation des fines, transfert et classification sur lit fluidisé en vue de réaliser toutes ces séparations. Toutefois la finalité est de récupérer 30 des fractions métalliques et non d'effectuer une pré-concentration de la fraction des matériaux polymères de synthèse en vue de leur valorisation.

Un autre document (DE19953208) décrit un procédé et une 35 installation qui permettent de séparer à sec des matériaux en mélanges, sous forme de particules, par des technologies aérauliques sur une table à lit fluidisé.

-6-

L'aspiration ou/et l'évacuation par air se fait au travers du lit fluidisé. Les matériaux à séparer ont des densités de 0,8.

5 Un autre document (US 6,335,376) décrit un procédé de séparation de matériaux polymères chargés ou non se présentant sous la forme d'un mélange provenant de divers types de déchets fragmentés issus de la destruction par broyage de divers articles consommables parvenus en fin de 10 vie. Ce procédé concerne plus particulièrement la séparation de matériaux polymères de densités très proches les uns des autres et consiste à modifier les caractéristiques physiques desdits matériaux pour provoquer chez certains d'entre eux une évolution de leur 15 densité apparente qui provoque une différenciation entre eux et une séparation sélective par densité apparente. Ainsi, le document cité décrit des moyens pour accentuer des écarts de densité des matériaux polymères présents, en utilisant par exemple la capacité d'adsorption d'eau pour 20 chaque type de polymère qui se fait de manière différente selon les divers types de polymères présents dans le mélange à traiter, puis à transformer par la suite par chauffage cette eau adsorbée en vapeur d'eau, cette vapeur d'eau formant des microbulles et modifiant plus ou moins 25 intensément la densité apparente des matériaux polymères ainsi traités, qui peuvent être séparés. C'est pourquoi, la finalité de ce document est d'essayer de séparer finement des fractions homogènes de polymères à recycler, mais le procédé décrit ne peut pas conduire à une 30 préconcentration de matériaux polymères de synthèse usagés, en vue:

- de séparer au mieux les déchets polluants des déchets de matériaux polymères à valoriser pour orienter le 35 flux préconcentré vers des moyens de traitement spécialisés à l'égard de flux de matériaux polymères usagés.

- d'améliorer le rendement global des moyens de traitement spécialisés de ces flux de matériaux polymères usagés.

5

Un autre document (WO01/17742) décrit un procédé de traitement d'un flux de déchets, en matériaux polymères, d'emballages ménagers et/ou de cassettes audio et vidéo en fin de vie.

10

Dans le cas de ces déchets très spécifiques, les bandes magnétiques, qui sont des films minces, perturbent le fonctionnement des chaînes de traitement de tels déchets, en particulier dans la zone des convoyeurs, sensibles à la présence non maîtrisée de ces bandes en film de grandes longueurs. C'est pourquoi, le procédé propose un ensemble industriel comportant deux étapes de broyage et deux étapes de séparation magnétique, dans lequel :

20 - la première étape de séparation magnétique doit éliminer les métaux présents pour protéger le broyeur qui, par la suite, démantèle les cassettes audio et vidéo pour libérer les bandes magnétiques ;

25 - la deuxième étape de séparation magnétique doit récupérer les bandes magnétiques libérées qui sont ensuite soumises à une agglomération par traitement thermique provoquant leur rétraction et dès lors leur agglomération.

30

Le procédé ainsi évoqué apparaît être seulement adapté au traitement particulier de ces cassettes audio et vidéo en fin de vie pour en récupérer d'une part, les matériaux polymères utilisés dans la réalisation des boîtiers, et 35 d'autre part les matériaux polymères constitutifs des bandes ou films magnétiques.

- 8 -

Ainsi, l'état de la technique propose divers procédés de triage de matériaux ayant pour objet de sélectionner et/ou d'extraire d'un mélange de matériaux, un matériau en particulier ou encore d'extraire une fraction non ferreuse de matériaux métalliques ou bien de traiter une fraction de matériaux de polymères thermoplastiques d'origine diverse pour en réduire la teneur en polymères chlorés, séparer des matériaux métalliques et des matériaux polymères associés ou autres. Mais l'état de la technique ne propose pas de procédés d'enrichissement pour le traitement de flux de matériaux de compositions extrêmement diverses, tels ceux issus de la destruction par broyage d'automobiles ou de biens de consommation durables arrivant en fin de vie.

15

De tels flux contiennent à la fois des matériaux métalliques, des matériaux minéraux et des matériaux organiques d'origine naturelle ou de synthèse tels que par exemple des matériaux polymères de synthèse.

20

#### Objectifs de l'invention

De nombreux objectifs sont dès lors assignés à l'objet de l'invention, de telle sorte que l'essentiel au moins des 25 inconvénients perceptibles dans l'état de la technique en soit éliminé.

Un premier objet de l'invention est de créer un procédé et son installation industrielle correspondante permettant de 30 réaliser une pré-concentration de matériaux polymères de synthèse valorisables de tous types présents dans le flux de matériaux issus du broyage de biens de consommation en fin de vie, en particulier de véhicules automobiles.

Un autre objet de l'invention est de créer un procédé et 35 une installation industrielle correspondante, permettant de réaliser à haut débit une pré-concentration des seuls matériaux polymères de synthèse valorisables présents dans

- 9 -

le flux complexe formé de déchets issus du broyage de biens de consommation durables en fin de vie tels qu'automobiles, électroménager, articles électriques et/ou électroniques après un premier traitement rustique, par 5 leur séparation d'avec les autres matériaux contaminants tels que les matériaux polymères expansés, les matériaux métalliques, les matériaux minéraux comme par exemple du sable, du verre, des matériaux organiques naturels tels que le bois par exemple.

10

Un autre objet de l'invention est de créer un procédé et une installation industrielle correspondante qui permettent de produire, à partir du flux complexe formé de déchets issus du broyage de biens de consommation durables, tels qu'évoqués précédemment, un pré-concentré 15 des seuls matériaux polymères valorisables à caractère compact, c'est-à-dire exempt de matériaux polymères expansés à cellules ouvertes ou fermées, dont la concentration en matériaux polymères compacts valorisables 20 au terme du traitement par le procédé soit d'au moins 60 % en poids et préférentiellement d'au moins 80 % en poids, ce pré-concentré pouvant être traité ensuite de façon efficace dans des installations ou par des technologies 25 appropriées de sélection pour en extraire des matériaux polymères homogènes ayant des degrés de pureté proches des matériaux polymères vierges et ce, pour chaque famille de matériaux polymères présents dans ledit flux.

Un autre objet de l'invention est de créer un procédé et 30 une installation industrielle correspondante qui permettent de produire, à partir du flux complexe formé de déchets issus du broyage de biens de consommation durables, une autre fraction de matériaux valorisables constituée par des flocons et mousses flexibles, en 35 particulier de mousse polyuréthane à cellules ouvertes.

- 10 -

Exposé sommaire de l'invention

Selon les divers objets de l'invention précédemment énoncés, le procédé de traitement de mélange de matériaux 5 fragmentés issus du broyage en fin de vie de véhicules automobiles et de biens de consommation durables, tels que l'électroménager en fin de vie, diminue les inconvénients manifestés lors de l'examen de l'état de la technique et apporte, en outre, de substantielles améliorations dans 10 les moyens décrits jusqu'à ce jour.

Selon l'invention, le procédé de traitement d'un mélange de matériaux issus de résidus de broyage d'articles consommables en fin de vie se présentant sous une forme 15 fragmentée, pour pré-concentrer ce mélange en matériaux valorisables et en éliminer au moins pour partie les matériaux contaminant les matériaux valorisables, ledit mélange à traiter comprenant :

20 ✓ une fraction de matériaux valorisables, qui sont des matériaux polymères de synthèse non expansés, de nature et/ou de compositions et/ou de facteurs de forme multiples, se présentant sous l'aspect de fragments allant d'un état rigide à un état souple,

25 ✓ des fractions de matériaux contaminants formés de matériaux minéraux et/ou de matériaux métalliques et/ou de matériaux organiques autres que les matériaux polymères non expansés et/ou des matériaux polymères de 30 synthèse dans un état expansé,

caractérisé en ce qu'il comporte :

a) une première étape de séparation mécanique par 35 criblage et/ou facteur de forme pour extraire au moins pour partie du mélange des matériaux fragmentés, la fraction des matériaux minéraux contaminants,

b) une étape de séparation aéraulique, par flux gazeux, comportant une entrée du mélange de matériaux provenant de l'étape a) débarrassé au moins pour partie de la fraction des matériaux minéraux et trois sorties pour l'extraction de fractions de matériaux séparés dont la première fraction (b1) consiste en une fraction de matériaux polymères de synthèse ultra légers et/ou expansés, la deuxième fraction (b2) consiste en une fraction de matériaux lourds présents dans le mélange et la troisième fraction (b3) consiste en une fraction des matériaux polymères de synthèse à valoriser se présentant sous une forme fragmentée allant d'un état rigide à un état souple,

c) une étape de broyage de la fraction (b3) des matériaux polymères à valoriser provenant de l'étape b), à la maille de libération des matériaux contaminants inclus, adhérants ou assemblés aux fragments de la fraction des matériaux polymères à valoriser,

d) une seconde étape de séparation mécanique, par criblage et/ou séparation aéraulique par flux gazeux, de la fraction des matériaux polymères de synthèse à valoriser provenant de l'étape c) de broyage pour en éliminer au moins pour partie la fraction des matériaux contaminants libérés lors du broyage et en extraire la fraction des matériaux valorisables constituant le mélange souhaité, pré-concentré en matériaux valorisables, contenant encore des contaminants.

Pour être à même de percevoir toute la portée du procédé selon l'invention, il est important que soient définis les mélanges de matériaux à valoriser (contenant des matériaux contaminants à éliminer au moins partiellement) constituant le flux de matériaux entrant dans le procédé

- 12 -

de l'invention qui, à la sortie dudit procédé, donne la fraction de matériaux valorisables formant un mélange pré-concentré à au moins 60 % et préférentiellement à au moins 85% de matériaux valorisables. Ainsi le procédé de 5 traitement selon l'invention d'un mélange de matériaux à valoriser se présentant sous une forme fragmentée, pour l'obtention d'un mélange de matériaux pré-concentrés en matériaux polymères de synthèse à valoriser, thermoplastiques et/ou thermodurcissables, est alimenté à 10 partir de deux flux « I » et « II », résidus de broyage automobile et biens de consommation durables tels que des domaines de l'électroménager et/ou l'électronique parvenus en fin de vie. Ces résidus de broyage ont leur plus grande dimension d'au plus 250 mm et préférentiellement d'au plus 15 200 mm.

Les flux « I » et « II » peuvent être mis en œuvre séparément ou en mélange selon la manière dont opère le broyeuriste, par campagne ou non. Le flux « I » est la 20 fraction qui est appelée dans le métier « lourds non aspirés », à la sortie du broyeur d'automobiles et de biens de consommation durables, séparés ou non des métaux, le flux « II » étant le flux léger aspiré connu sous l'appellation fluffs à la sortie dudit broyeur. Les 25 fragments métalliques libres peuvent être séparés des parties non métalliques par des techniques magnétiques classiques et par courant de Foucauld.

Le flux « I » ou flux « Lourds » comporte des caoutchoucs 30 et des polymères thermoplastiques et thermodurcissables non aspirés, des restes de métaux, des matériaux inorganiques, du bois... qui sont passés au travers d'une grille de séparation ayant une maille de 20-250 mm, de préférence 20 à 200 et très préférentiellement de 100 à 35 150 mm du broyeur primaire, dans le cas du broyage automobile et biens de consommation durables.

Le flux « II » ou flux « Légers » ou « fluff » constitué de matériaux thermoplastiques et thermodurcissables se présente sous la forme de plaques hétérogènes en dimensions, de morceaux de mousse et/ou de feuilles, de 5 tissus adhérants à des substrats, de fils, de déchets de films.

Certains broyeurs de véhicules et/ou de biens de consommation durables opèrent sous aspersion d'eau pour 10 éviter les risques d'explosion et les formations de poussières qui sont autant de risques supplémentaires pour l'environnement. Ainsi, les résidus de broyage n'ont pas la même teneur en humidité d'un lot à l'autre selon les 15 quantités de mousses à cellules ouvertes, de fibres et de tissus.

En particulier lorsque les mousses flexibles à cellule ouvertes qui sont essentiellement des mousses polyuréthane (provenant des sièges automobiles), sont imbibées d'eau, 20 il est préférable de les traiter par des procédés adaptés qui tiennent compte de leurs caractéristiques différentes et plus précisément de leur densité apparente et leur séparation semble devoir s'effectuer en exploitant leur facteur de forme.

25

Par contre, lorsque les résidus sont dans un état sec, une première aspiration légère pourra être particulièrement avantageuse pour extraire ces mêmes mousses flexibles à cellules ouvertes.

30

La récupération des métaux peut se faire à chaque étape du procédé de pré-concentration de la fraction des matériaux organiques de synthèse, par les moyens connus tels que séparation magnétique et séparation par courant de 35 Foucauld.

- 14 -

Le procédé de pré-concentration des fractions matériaux valorisables qui sont des polymères de synthèse s'adapte à tout système de broyage de véhicules ou/et de biens de consommation durables déjà en place, quelle que soit la 5 technique de broyage pour la destruction de ces biens en fin de vie.

Le procédé, les technologies, les équipements et les installations de pré-concentration s'y rattachant sont 10 préférentiellement positionnés sur le site du gros broyeur automobile, dans le cas du traitement de résidus de broyage automobile.

Pour permettre une bonne compréhension des divers 15 matériaux valorisables et contaminants constituant le mélange de matériaux à soumettre au procédé de pré-concentration selon l'invention, résultant d'un broyage destructif de biens de consommations en fin de vie, tels que véhicules automobiles par exemple, ces divers 20 matériaux sont précisés dans les définitions suivantes :

- ✓ Les matériaux lourds et les matériaux légers : les matériaux lourds constituent la fraction la plus lourde, issue d'une étape de séparation par densité réelle ou densité apparente, dans le procédé selon 25 l'invention, du flux de matière en traitement, par opposition aux matériaux légers constituant la fraction légère du même flux.
- 30 Il est à noter qu'au moins une partie des matériaux lourds d'une étape de séparation peuvent devenir les matériaux légers de l'étape de séparation ultérieure, et vis versa : une partie des matériaux légers d'une étape peut être considérée comme matériaux lourds dans l'étape de 35 séparation ultérieure.

- 15 -

- ✓ Les matériaux ultra légers : la première fraction légère du flux de matière en traitement, séparée par densité ou densité apparente, est appelée fraction d'ultra légers. Cette fraction d'ultra légers est 5 notamment composée de mousse, de textiles, de films, de morceaux de fils, ces matériaux préférentiellement dans un état sec ayant une densité qui augmente en fonction du taux d'humidité.
  
- 10 ✓ Les matériaux ultra lourds : la première fraction lourde du flux de matière en traitement, séparée par densité ou densité apparente, est appelée fraction d'ultra lourds. Cette fraction d'ultra lourds est notamment composée de sables, de métaux, de 15 caoutchoucs, de bois.
  
- ✓ Les matériaux polymères de synthèse : correspondent à la partie du flux de matière en traitement composée de polymères thermoplastiques et thermodurcissables à 20 valoriser qui peuvent être extraits des résidus de broyage et réutilisés ou recyclés.
  
- ✓ La fraction des matériaux organiques autre que polymères à valoriser est principalement composée de 25 bois, de déchets de textiles organiques, de déchets de fils ou autres.
  
- ✓ La fraction des matériaux polymères mousses est 30 essentiellement formée par les mousses à cellules ouvertes ainsi que les mousses alvéolaires à cellules fermées telles que les mousses polyuréthanes, matériaux polymères élastomériques ou non ayant fait l'objet d'une action porophore dans la masse.
  
- 35 ✓ La fraction des matériaux contaminants est formée par des déchets ou particules métalliques, des morceaux de caoutchouc, de verre, du gravier, du sable, du bois,

- 16 -

des déchets de mousses polymères, de films, de filaments de tissus en matériaux polymères de synthèse ou autres déchets qui doivent en être éliminés.

5 Description détaillée de l'invention

Le procédé de pré-concentration en matériaux polymères par traitement d'un mélange de matériaux fragmentés issus de résidus de broyage d'objets en fin de vie, tels que par 10 exemple automobiles, électroménagers, matériels électroniques et formé de fractions de matériaux aussi divers que des matériaux polymères, des métaux, des matériaux minéraux et des matériaux d'origine organique autres que les matériaux polymères ci-dessus évoqués, à 15 l'exclusion des matériaux polymères expansés, concerne tous les matériaux polymères que l'on cherche à valoriser, de types thermoplastiques et thermodurs, qui sont présents dans les objets consommables précités, parvenus en fin de vie.

20 Le procédé de pré-concentration en matériaux polymères du mélange de matériaux divers précités, issus de résidus de broyage consiste à traiter ledit mélange pour en éliminer par extraction et au moins partiellement, les matériaux 25 contaminants non valorisables formés des fractions de matériaux autres que les polymères à valoriser ; cette élimination permet ainsi un enrichissement dudit mélange en matériaux polymères valorisables par une augmentation de leur concentration.

30 Une fois pré-concentré par élimination au moins partielle des fractions contaminantes non valorisables, le mélange enrichi en matériaux polymères valorisables peut être traité par des moyens appropriés sortant du domaine de 35 l'objet de l'invention.

- 17 -

Selon le procédé de l'invention, il est possible d'extraire un premier produit formé par des matériaux polymères valorisables se présentant sous l'aspect d'un mélange de matériaux polymères fragmentés et/ou de 5 compositions chimiques multiples et variées, ce mélange pouvant contenir encore des fractions de matériaux contaminants qui seront ultérieurement éliminés.

Selon ce même procédé de l'invention, il est également 10 possible d'extraire la fraction des polymères expansés, en particulier celle formée de mousses à cellules ouvertes, constituant l'un des contaminants gênants.

**Etape a) du procédé selon l'invention**

15

Selon le procédé de traitement d'un mélange de matériaux, objet de l'invention, l'étape a) reçoit la totalité du flux des matériaux divers fragmentés se présentant sous la forme d'un mélange provenant des résidus de broyage 20 d'objets en fin de vie tels que précédemment définis. Cette étape a) du procédé selon l'invention est une étape de séparation mécanique par criblage et/ou facteur de forme qui peut être réalisée par l'intermédiaire d'un dispositif comportant un moyen de criblage tel qu'une 25 grille à maille calibrée de séparation, adaptée aux matériaux dont on recherche la séparation et plus particulièrement à la forme des fragments valorisables.

Un moyen de criblage adapté à la réalisation de l'étape de 30 séparation a) peut être choisi parmi les dispositifs munis d'un tambour rotatif à maille calibrée, d'une grille vibrante à maille calibrée ou de tout autre dispositif muni d'un moyen de séparation calibré : la plus grande dimension de la maille calibrée, ou du moyen de séparation 35 calibrée, est généralement de 25 mm au plus et préférentiellement comprise entre 1 mm et 15 mm.

- 18 -

A titre d'illustration, lors de la réalisation de l'étape a), une séparation mécanique par criblage calibré peut se faire par exemple, au moyen d'un « trommel » formé d'une cage à surface de séparation cylindrique, à axe de 5 révolution faiblement incliné, la maille calibrée de la surface destinée à la séparation étant formée par des ouvertures dont la plus grande dimension est adaptée à la dimension et/ou au facteur de forme des matériaux contaminants à éliminer, de telle sorte que :

10

- ✓ seules les fractions de polymères valorisables se présentant sous la forme de plaquettes sont retenues par la maille de tri du moyen de séparation calibré avec un minimum de matériaux contaminants dont la plus 15 grande dimension et/ou le facteur de forme sont supérieurs à la maille calibrée de tri,
- ✓ les fractions de matériaux contaminants et de matériaux valorisables dont la plus grande dimension et/ou le 20 facteur de forme différent de ceux des fractions de polymères valorisables et dont la plus grande dimension et/ou le facteur de forme sont inférieurs à la dimension de la maille calibrée de tri, passent dans l'espace libre de la maille de tri et sont éliminées.

25

Cette première étape de séparation mécanique par criblage et/ou facteur de forme permet l'élimination d'une fraction importante de matériaux contaminants comportant essentiellement des matériaux minéraux tels que des 30 morceaux de verre, des graviers et du sable qui viendraient perturber le fonctionnement des étapes suivantes et qui doivent être éliminés. Quant aux matériaux polymères de synthèses à valoriser, ils sont dans un état de fragmentation tel que les quantités 35 éliminées au cours de cette étape de criblage et qui constituent des pertes, sont très faibles.

Etape b) du procédé selon l'invention

Le flux des matériaux provenant de l'étape a), débarrassé 5 pour partie de cette première fraction de matériaux contaminants, entre dans l'étape b) du procédé de traitement selon l'invention. Cette étape b) du procédé de traitement selon l'invention est destinée à séparer d'une manière sélective les différentes fractions des matériaux 10 présents dans le flux des divers matériaux provenant de l'étape a) du procédé de traitement, ces différentes fractions étant constituées de matériaux dits ultra légers, dits légers et dits lourds.

15 La fraction des matériaux ultra légers b1) est formée de déchets de films, de polymères, de déchets de fils d'origine naturelle ou synthétique et de mousses de polymères.

20 La fraction des matériaux légers b3) est formée de tous les matériaux polymères à valoriser, se présentant sous des formes fragmentées très diverses telles que plaques, écailles, paillettes, pulvérulents, rigides ou flexibles.

25 La fraction des matériaux lourds b2), quant à elle, peut contenir des matériaux organiques naturel ou de synthèse tels que des déchets de bois, du caoutchouc ou autres, des matériaux minéraux tels que des résidus de sable, de verre dont les dimensions et/ou facteurs de forme ont été 30 inopérants dans la précédente étape a) de séparation par criblage et des résidus métalliques dont les dimensions et/ou facteurs de forme ont également été inopérants dans ladite étape précédente a) de séparation par criblage.

35 La séparation des diverses fractions ultra légères, légères et lourdes dans l'étape b) recevant le flux de matériaux provenant de l'étape a) est de type aéraulique

- 20 -

et peut se pratiquer par aspiration et/ou soufflage dans une zone de séparation aéraulique comprenant au moins un moyen de séparation aéraulique fonctionnant par insufflation et/ou par aspiration d'un flux gazeux, cette 5 zone comportant une entrée du mélange des matériaux à séparer et trois sorties permettant l'extraction de la fraction (b1) de matériaux polymères ultra légers et/ou expansés à éliminer, la fraction (b2) consistant en des matériaux lourds contaminants à éliminer et de la fraction 10 (b3) formée des matériaux polymères à valoriser et à préconcentrer.

Dans le cas où la zone de séparation aéraulique de l'étape b) du procédé selon l'invention comporte un seul moyen de 15 séparation aéraulique, ce moyen de séparation aéraulique comporte au moins deux zones spécifiques de séparation. L'une des zones spécifiques de séparation aéraulique est à la fois la zone qui permet l'alimentation en matériaux à séparer dont le flux entrant est soumis au cours de son 20 introduction dans ladite zone à une séparation aéraulique précoce par flux gazeux de la fraction (b1) des matériaux ultra légers à éliminer et à la sortie immédiate de ladite fraction (b1) du moyen de séparation aéraulique. L'autre zone spécifique de séparation aéraulique, munie d'un moyen 25 de criblage et également soumise à un flux gazeux, traite le mélange des fractions des matériaux (b2) lourds et contaminants et des matériaux (b3) légers et valorisables provenant de la première zone spécifique, le flux gazeux séparant et entraînant vers une sortie du moyen de 30 séparation aéraulique la fraction (b3) des matériaux légers et valorisables, tandis que la fraction (b2) des matériaux lourds contaminants se sépare de la fraction (b3) par gravité et est éliminée du moyen de séparation aéraulique par une sortie appropriée. Un tel moyen de 35 séparation aéraulique à deux zones spécifiques de séparation peut être choisi dans le groupe constitué par les séparateurs-nettoyeurs-calibreurs modulaires

- 21 -

comportant des cribles et une double aspiration : un séparateur aéraulique de ce type est commercialisé, par exemple, par la société WESTRUP.

5 Dans le cas où la zone de séparation aéraulique de l'étape b) du procédé selon l'invention se compose de deux moyens de séparation aérauliques qui sont des séparateurs aérauliques, lesdits moyens de séparation sont dès lors montés en série de telle manière qu'une sortie au moins 10 10 des fractions des matériaux contaminants (b1) et (b2) se trouve sur le premier moyen de séparation aéraulique.

Selon une variante relative à la présence de deux moyens de séparation aérauliques ou séparateurs aérauliques par 15 flux gazeux dans la zone de séparation aéraulique, le premier moyen de séparation aéraulique qui reçoit le flux entrant de matériaux à séparer en fractions de matériaux contaminants et valorisables provenant de l'étape a), traite ce flux en deux fractions, de telle sorte que la 20 fraction des matériaux ultralégers (b1) est extraite par la partie supérieure du premier moyen de séparation aéraulique, tandis qu'un mélange des fractions de matériaux lourds contaminants (b2) et des matériaux légers à valoriser (b3) est extraite par la partie basse dudit 25 moyen de séparation aéraulique. Ce mélange des fractions des matériaux lourds contaminants (b2) et des légers à valoriser (b3) est introduit dans le deuxième moyen de séparation aéraulique, la fraction des matériaux lourds (b2) contaminants étant éliminée par la partie basse du 30 deuxième moyen de séparation aéraulique tandis que la fraction (b3) des matériaux à valoriser est extraite pour alimenter l'étape c) du procédé selon l'invention.

Selon une autre variante relative à la présence de deux 35 moyens de séparation aérauliques ou séparateurs aérauliques à flux gazeux dans la zone de séparation aéraulique, le premier moyen de séparation qui reçoit le

- 22 -

flux entrant de matériaux à séparer en fractions de matériaux contaminants et valorisables provenant de l'étape a) traite le flux en deux fractions de telle sorte que la fraction des matériaux lourds contaminants (b2) est 5 extraite par la partie basse dudit moyen de séparation aéraulique tandis qu'un mélange des fractions des matériaux ultra légers contaminants (b1) et des matériaux légers valorisables (b3) est extrait par la partie supérieure du premier moyen de séparation aéraulique. Ce 10 mélange des fractions de matériaux ultra légers contaminants (b1) et de matériaux légers valorisables (b3) est introduit dans le deuxième séparateur aéraulique, la fraction des matériaux ultra légers contaminants (b1) étant éliminée par la partie supérieure du deuxième moyen 15 de séparation aéraulique, tandis que la fraction des matériaux légers valorisables est extraite par la partie inférieure dudit moyen de séparation pour alimenter l'étape c) du procédé selon l'invention.

20 Que soit pratiquée l'utilisation d'un ou plusieurs moyens de séparation aérauliques, dans l'étape b) du procédé selon l'invention, la fraction des matériaux ultra légers contaminants (b1) extraite de la zone de séparation aéraulique peut être soumise à une étape supplémentaire de 25 séparation par criblage selon leur plus grande dimension et/ou leur facteur de forme pour réaliser la séparation d'une fraction formée de matériaux de dimensions inférieures à celle de la maille du crible telles que des poudres de polymères, des déchets de fils et/ou de films, 30 de petits volumes de mousses et d'une fraction formée de tous les flocons de mousses ne pouvant passer à travers les mailles du crible et les valoriser par une opération appropriée telle qu'une glycolyse, agglomération mécanique avec ajout d'un liant, ou un broyage cryogénique pour 35 produire des charges (filler) organiques destinées à être introduites dans des articles réalisés au moyen de polymères thermoplastiques ou thermodurcissables.

Etape c) du procédé selon l'invention

La fraction (b3) des matériaux polymères à valoriser provenant de l'étape b) de séparation aéraulique du procédé selon l'invention, qui contient encore des matériaux contaminants inclus, adhérants ou assemblés aux matériaux polymères à valoriser, est introduite dans l'étape c) du procédé selon l'invention. Cette étape c) 5 consiste en un broyage fin de ladite fraction à valoriser pour atteindre au moins la maille de libération des matériaux contaminants inclus dans les matériaux polymères à valoriser, afin de libérer lesdits matériaux polymères de tous les matériaux contaminants, adhérants, assemblés 10 ou inclus. Cette étape de broyage à au moins la maille de libération des matériaux contaminants conduit à la réalisation et à l'obtention d'une nécessaire fragmentation fine donnant des particules de polymères à valoriser ayant leur plus grande dimensions au plus égale 15 à 50 mm, de préférence au plus égale à 25 mm, et très préférentiellement comprise entre 1 mm et 15 mm.

Le broyage de l'étape c) du procédé selon l'invention peut 20 s'effectuer en continu dans des broyeurs appropriés, connus de l'homme de métier.

Etape d) du procédé selon l'invention

A la sortie de l'étape c) de broyage fin, le flux de 30 matériaux broyés formé de matériaux polymères valorisables et de matériaux contaminants libérés par le broyage et qui doivent être éliminés, entre dans une étape d) de séparation mécanique par criblage et/ou de séparation aéraulique par flux gazeux. Toutefois, si la libération 35 par broyage des matériaux contaminants rigides ne créé pas une situation de séparation ultérieure délicate, il n'en est pas de même des matériaux souples, en particulier les

- 24 -

mousses polymères qui, lors du broyage, sont soumises à un phénomène de compression, c'est-à-dire de réduction de volume. A la sortie de l'étape c) de broyage fin, les particules de mousses comprimées ont tendance à reprendre 5 leur volume initial par repos, et dès lors qu'elles sont relâchées, prennent un facteur de forme différent de celui des matériaux rigides valorisables que sont les fragments de polymères finement broyés.

Toutefois, le flux des matériaux finement broyés provenant 10 de l'étape c) du procédé selon l'invention peut manifester un état de siccité variable qui, selon que le flux de matériaux provenant de l'étape c) est plutôt sec ou humide, peut avoir une incidence sur l'étape d) finale du procédé selon l'invention, la valeur seuil du taux 15 d'humidité seuil entre l'état sec et l'état humide étant de au plus 20% en poids.

Dans le cas où le flux des matériaux finement broyés provenant de l'étape c) est relativement sec, la 20 séparation des diverses fractions ultra légères, légères et lourdes de ce flux est de type aéraulique et peut se pratiquer par aspiration et/ou soufflage dans une zone de séparation aéraulique comprenant au moins un moyen de séparation aéraulique fonctionnant par insufflation et/ou 25 par aspiration d'un flux gazeux, cette zone comportant une entrée du mélange des matériaux à séparer et trois sorties permettant l'extraction d'une fraction (d1) de matériaux polymères ultra légers et/ou expansés à éliminer, d'une fraction (d2) consistant en des matériaux lourds 30 contaminants à éliminer et d'une fraction (d3) formée des matériaux polymères à valoriser. Cette dernière fraction (d3) constitue le flux de matériaux valorisables pré-concentré résultant du procédé selon l'invention, contenant préférentiellement environ au moins 85 % en 35 poids de matériaux valorisables et au plus 15 % en poids de matériaux contaminants.

- 25 -

Dans le cas où la zone de séparation aéraulique de l'étape d) du procédé selon l'invention comporte un seul moyen de séparation aéraulique, ce moyen de séparation comporte lui même au moins deux zones spécifiques de séparation des 5 matériaux à séparer. L'une des zones spécifiques de séparation aéraulique est la zone qui permet simultanément l'alimentation en matériaux à séparer dont le flux entrant est soumis au cours de son introduction dans ladite zone à une séparation aéraulique précoce et à une sortie 10 immédiate du moyen de séparation par flux gazeux de la fraction (d1) des matériaux ultra légers à éliminer. L'autre zone spécifique de séparation aéraulique, munie d'une surface de criblage et également soumise à un flux gazeux, traite le mélange des fractions des matériaux (d2) 15 lourds et contaminants et des matériaux (d3) valorisables provenant de la première zone spécifique, le flux gazeux séparant et entraînant vers une sortie du séparateur aéraulique la fraction (d3) des matériaux valorisables, tandis que la fraction (d2) des matériaux lourds 20 contaminants se sépare de la fraction (d3) par gravité et est éliminée du moyen de séparation aéraulique par une sortie appropriée. Un tel moyen de séparation aéraulique ou séparateur aéraulique à deux zones spécifiques de séparation peut être choisi dans le groupe constitué par 25 les séparateurs-nettoyeurs-calibreurs modulaires comportant des cibles et une double aspiration : un séparateur aéraulique de ce type est commercialisé, par exemple, par la société WESTRUP.

30 Dans le cas où la zone de séparation aéraulique de l'étape d) du procédé selon l'invention se compose de deux moyens de séparation aérauliques, lesdits moyens de séparation sont dès lors montés en série de telle manière qu'une sortie au moins des fractions des matériaux contaminants 35 (d1) et (d2) se trouve sur le premier moyen de séparation aéraulique.

.. 26 ..

Selon une variante relative à la présence de deux moyens de séparation aérauliques par flux gazeux dans la zone de séparation aéraulique, le premier moyen de séparation aéraulique qui reçoit le flux entrant de matériaux à 5 séparer en fractions de matériaux contaminants et valorisables provenant de l'étape c), traite ce flux en deux fractions, de telle sorte que la fraction des matériaux ultra légers (d1) est extraite par la partie supérieure du premier moyen de séparation aéraulique, 10 tandis qu'un mélange des fractions de matériaux lourds contaminants (d2) et des matériaux à valoriser (d3) est extraite par la partie basse dudit moyen de séparation aéraulique. Ce mélange des fractions des matériaux lourds contaminants (d2) et des matériaux à valoriser (d3) est 15 introduit dans le deuxième moyen de séparation aéraulique, la fraction des matériaux lourds (d2) contaminants étant éliminée par la partie basse du deuxième moyen de séparation aéraulique tandis que la fraction (d3) des matériaux à valoriser est extraite de l'étape d) et peut 20 subir encore une étape supplémentaire d'élimination de matériaux contaminants.

Selon une autre variante relative à la présence de deux moyens de séparation aérauliques à flux gazeux dans la 25 zone de séparation aéraulique, le premier moyen de séparation qui reçoit le flux entrant de matériaux à séparer en fractions de matériaux contaminants et valorisables provenant de l'étape c) traite le flux en deux fractions de telle sorte que la fraction des 30 matériaux lourds contaminants (d2) est extraite par la partie basse dudit moyen de séparation aéraulique tandis qu'un mélange des fractions des matériaux ultra légers contaminants (d1) et des matériaux valorisables (d3) est extrait par la partie supérieure du premier moyen de 35 séparation aéraulique. Ce mélange des fractions de matériaux ultra légers contaminants (d1) et de matériaux valorisables (d3) est introduit dans le deuxième moyen de

- 27 -

séparation aéraulique, la fraction des matériaux ultra légers contaminants (d1) étant éliminée par la partie supérieure du deuxième moyen de séparation aéraulique, tandis que la fraction des matériaux valorisables (d3) est 5 extraite par la partie inférieure dudit moyen de séparation.

Que soit pratiquée l'utilisation d'un ou plusieurs moyens de séparation aérauliques, dans l'étape d) du procédé 10 selon l'invention, la fraction des matériaux ultra légers contaminants (d1) extraite de la zone de séparation aéraulique peut être soumise à une étape supplémentaire de séparation par criblage selon leur plus grande dimension et/ou leur facteur de forme pour réaliser la séparation 15 d'une fraction formée de matériaux de dimensions inférieures à celle de la maille du crible telles que des poudres de polymères, des déchets de fils et/ou de films, de petits volumes de mousses et pour récupérer tous les flocons de mousses ne pouvant passer à travers les mailles 20 du crible et les valoriser par une opération appropriée telle qu'une glycolyse, agglomération mécanique avec ajout d'un liant, ou un broyage cryogénique pour produire des charges (filler) organiques destinées à être introduites dans des articles réalisés au moyen de polymères 25 thermoplastiques ou thermodurcissables.

Dans le cas où le flux des matériaux finement broyés provenant de l'étape c) est relativement humide, c'est-à-dire contenant plus de 20 % en poids d'eau, la séparation 30 mécanique par criblage et/ou facteur de forme peut être réalisée par l'intermédiaire d'un dispositif comportant un moyen de criblage tel qu'une grille à maille calibrée de séparation, adaptée aux matériaux dont on recherche la séparation et plus particulièrement à la forme des 35 fragments valorisables.

- 28 -

Un moyen de criblage adapté à la réalisation de l'étape de séparation peut être choisi parmi les dispositifs munis d'un tambour rotatif à mailles calibrées ou munis d'une grille vibrante à mailles calibrées ou de tout autre 5 dispositif muni d'un moyen de séparation calibrée : la plus grande dimension de la maille calibrée, est généralement d'au plus 25 mm et préférentiellement comprise entre 1 mm et 10 mm.

10 Lors de la réalisation de l'étape d), une séparation mécanique par criblage calibré peut se faire, par exemple, au moyen d'un « trommel » à surface de séparation cylindrique, à axe de révolution faiblement incliné, la maille calibrée de la surface destinée à la séparation 15 étant formée par des barreaux disposés selon des génératrices et prenant appui sur des structures circulaires coaxiales à l'axe de révolution de ladite surface : la maille calibrée se définit par l'espace libre délimité par deux barreaux et deux structures circulaires 20 contiguës de telle sorte que :

- ✓ seules les fractions de polymères valorisables se présentant sous la forme de plaquettes passent dans cet espace libre en entraînant le minimum de matériaux 25 contaminants dont la plus grande dimension est inférieure à la distance entre deux barreaux, ces matériaux contaminants étant des mousses, des morceaux de bois et autres,
- 30 ✓ les fractions de matériaux contaminants à facteur de forme différent de celui ou de ceux des fractions polymères valorisables ou encore dont la plus grande dimension est au moins égale à la distance entre deux barreaux, sont retenues par la maille de tri que 35 constituent les barreaux et les structures annulaires précédemment évoquées : ces matériaux contaminants ainsi éliminés sont essentiellement des mousses, des

- 29 -

déchets de bois, du caoutchouc alvéolaire et autres matériaux.

Cette étape de séparation mécanique par criblage et/ou 5 facteur de forme permet l'élimination d'une fraction importante des mousses polymères et des autres matériaux contaminants tels que films et fils polymères, morceaux de bois.

10 A l'issue de cette séparation mécanique par criblage, la fraction des matériaux polymères valorisables extraite du procédé de traitement selon l'invention constitue la fraction pré-concentrée en matériaux valorisables atteignant préférentiellement au moins 85 % en poids de 15 polymères de synthèse recyclés à valoriser.

La fraction issue de l'étape d), pré-concentrée en matériaux polymères de synthèse à valoriser, qui est formée d'un mélange de polymères de synthèse de diverses 20 origines; telles que polyoléfines, chlorure de polyvinyle, polystyrène, polyamide, polyesters, polyuréthane ou autres polymères, dont certains peuvent contenir une charge minérale, peut subir à la sortie du procédé de pré-concentration une séparation par densité en milieu aqueux 25 pour réaliser une sélection de deux fractions de polymères à valoriser délimitée par un seuil de densité choisi «  $ds$  », par exemple de 1,1, la première fraction ayant une densité inférieure à  $ds$  et la deuxième fraction ayant une densité supérieure ou égale à  $ds$ . Selon ce seuil  $ds$  de 30 densité de séparation, la première fraction séparée est formée d'un mélange de matériaux polymères valorisables en milieu aqueux ayant, pour chacun d'entre eux, une densité inférieure à la valeur  $ds$  choisie comme seuil de séparation des deux fractions : cette première fraction 35 peut contenir par exemple des polyoléfines, des polystyrènes, des élastomères ou autres. L'autre fraction, quant à elle, est formée d'un mélange de matériaux

- 30 -

polymères valorisables ayant, pour chacun d'entre eux, une densité au moins égale à la valeur ds choisi comme seuil de séparation, cette autre deuxième fraction contenant tous les matériaux polymères valorisables refusés dans la 5 première fraction.

Ainsi, cette méthode de séparation de deux fractions de matériaux polymères valorisables en mélange, pour réaliser une sélection délimitée par un seuil de densité ds choisi, 10 permet l'obtention de deux fractions rendues distinctes par leur densité et constituant chacune une fraction préconcentrée en matériaux valorisables selon les besoins industriels. Chaque fraction de polymères de synthèse à valoriser doit alimenter par la suite des procédés de 15 séparation sélective très fine permettant d'extraire chacun des polymères séparément, par exemple une fraction de polyéthylène, une fraction de polypropylène, une fraction de polystyrène, une fraction de chlorure de polyvinyle, une fraction de polyamide et autres fractions, 20 ces séparations sélectives et fines n'entrant pas dans l'objet du procédé de pré-concentration selon l'invention.

Dès lors, le procédé selon l'invention qui comporte une étape de sélection par une séparation par densité en 25 milieu aqueux ou seuil ds choisi de deux fractions de polymères valorisables, à partir du flux d3) provenant de l'étape d), conduit ainsi à la création de deux fractions préconcentrées en matériaux polymères présélectionnés valorisables, contenant encore des matériaux contaminants.

30 Ainsi, selon l'invention, le procédé de traitement d'un mélange de matériaux issus de résidus de broyage d'articles consommables en fin de vie se présentant sous une forme fragmentée, , pour pré-concentrer ce mélange en 35 matériaux valorisables et en éliminer au moins pour partie les matériaux contaminant les matériaux valorisables, ledit mélange à traiter comprenant :

- ✓ une fraction de matériaux valorisables, qui sont des matériaux polymères de synthèse non expansés, de nature et/ou de compositions et/ou de facteurs de forme multiples, se présentant sous l'aspect de fragments allant d'un état rigide à un état souple,
- ✓ des fractions de matériaux contaminants formés de matériaux minéraux et/ou de matériaux métalliques et/ou de matériaux organiques autres que les matériaux polymères non expansés et/ou des matériaux polymères de synthèse dans un état expansé,

se caractérise en ce qu'il comporte :

- a) une première étape de séparation mécanique par criblage et/ou facteur de forme pour extraire au moins pour partie la fraction des matériaux minéraux contaminants du mélange des matériaux fragmentés,
- b) une étape de séparation aéraulique, par flux gazeux, comportant une entrée du mélange de matériaux provenant de l'étape a) débarrassé au moins pour partie de la fraction des matériaux minéraux et trois sorties pour l'extraction de fractions de matériaux séparés dont la première fraction (b1) consiste en une fraction de matériaux polymères de synthèse ultra légers et/ou expansés, la deuxième fraction (b2) consiste en une fraction de matériaux lourds présents dans le mélange et la troisième fraction (b3) consiste en une fraction des matériaux polymères de synthèse à valoriser se présentant sous une forme fragmentée allant d'un état rigide à un état souple,
- c) une étape de broyage de la fraction (b3) des matériaux polymères à valoriser provenant de l'étape b), à la maille de libération des matériaux contaminants

- 32 -

inclus, adhérants ou assemblés aux fragments de la fraction des matériaux polymères à valoriser,

5 d) une seconde étape de séparation mécanique par criblage et/ou séparation aéraulique par flux gazeux, de la fraction des matériaux polymères de synthèse à valoriser provenant de l'étape c) de broyage pour en éliminer au moins pour partie la fraction des matériaux contaminants libérés lors du broyage et en 10 extraire la fraction des matériaux valorisables constituant le mélange souhaité, pré-concentré en matériaux valorisables, contenant encore des contaminants.

15 e) une étape de séparation par densité en milieu aqueux de la fraction des matériaux valorisables provenant de l'étape d) à un seuil de densité ds choisi pour permettre l'obtention de deux fractions de matériaux valorisables présélectionnées selon le seuil de 20 densité ds choisi, et préconcentrées en matériaux valorisables contenant encore des matériaux contaminants.

25 Le procédé de pré-concentration selon l'invention de fractions de matériaux organiques de synthèse tel qu'il est développé dans le cadre de l'invention s'adapte à tout système de broyage de véhicules automobiles et/ou d'autres biens de consommation durables arrivés en fin de vie, 30 quelle que soit la technologie de broyage.

L'invention sera mieux comprise grâce aux exemples cités à titre illustratif et au schéma représentatif (figure 1) du procédé de pré-concentration mis en œuvre dans le cadre 35 des exemples.

- 33 -

**Exemples**

Sur un site de broyage industriel de véhicules automobiles en fin de vie, et après séparation de la fraction formée 5 des divers métaux à récupérer, deux flux de matériaux issus de cette séparation et contenant des matériaux polymères de synthèse à valoriser et des matériaux contaminants à éliminer sont disponibles pour être soumis au procédé de pré-concentration selon l'invention. Il 10 s'agit d'un flux (I) formé d'une fraction lourde et d'un flux (II), formé d'une fraction de matériaux légers.

La composition des deux fractions constituant les deux flux entrants apparaissent dans les tableaux ci-après. Les 15 teneurs sont données en % en poids.

Composition de la fraction lourde une fois les métaux ferreux et non ferreux retirés - flux (I)

Matières	Composition et granulométrie	Teneur (%)
Polymères	Tous types sous quelque forme de plaquette et fragment, thermoplastique et thermodurcissables.	19
Caoutchouc et élastomères	Morceaux de pneumatique (45%) Tous types de joints (55%).	55
Métaux	Fragment de Ferreux et Non Ferreux.	5
Bois		7
Matières	Composition et granulométrie	Teneur (%)
Textiles	Pièces de faibles dimensions.	3
Fils de cuivre	Cables (5 à 15 cm).	3
Minéraux	Pierre et gravier, allant jusqu'à des poids de 100 - 500 g par pierre.	8

Composition de la fraction légère, « fluff » extraite par aspiration - flux (II)

Matériaux	Composition et granulométrie	Teneur (%)
Polymères	Tous types sous quelque forme de plaquette et fragment, thermoplastique et thermodurcissables de 2 à 10 cm de dimension.	9
Mousse PU	10/10 - 20/20 cm.	8
Caoutchouc et élastomères	Pièces longues tels que joints, absence de composants issus des pneumatiques.	3
Métaux	Fils / plaquettes d'aluminium et autre.	2.5
Fils de cuivre	Longueur: 10 - 20 cm.	1
Bois	Pièces de dimensions 10 - 20 cm.	1
Mélange PU et textiles	Textiles, moquettes, simili cuir...	32.5
Minéraux	Pierres, sable, verre, poussières, terre...	43

Il doit être compris que suivant les types de technologie utilisées pour la séparation des flux (I) et (II), la 5 composition donnée est une moyenne qui varie suivant les types de compositions de produits à broyés considérés, à savoir automobile en fin de vie et biens durables de consommation tels que produits blancs.

10 Exemple 1 (selon la figure)

Un essai a été fait sur 23,4 tonnes du flux léger (II) ou « fluff » en provenance d'un broyeur automobile. Ce « fluff » correspond à ce qui est extrait par première 15 aspiration du broyeur et constitue le flux entrant dans le procédé de pré-concentration tel que développé dans le cadre de l'invention.

- 36 -

Selon l'étape a) du procédé selon l'invention, le flux entrant de matériaux a tout d'abord été soumis à une séparation mécanique par criblage et/ou facteur de forme en (A) de manière sélective afin de retirer 3,68 tonnes 5 représentant 15% en poids du flux entrant. Les mailles du crible étaient de 0-4 mm.

Selon l'étape b) du procédé, le flux de matériaux venant de l'étape a), a été soumis à séparation par tri 10 aéraulique dans un premier séparateur aéraulique (B). 10,14 tonnes de « légers » constituant la fraction b1) ont ainsi été extraites, par aspiration et 9,58 tonnes correspondant aux fractions b2) et b3) sont restées et sont considérées comme « lourds » soit respectivement 15 43,3 % de « légers » et 40,9 % de « lourds ». Presque toutes les mousses (99 %) ont été aspirées dans la fraction b1) des légers.

Ces 9,58 tonnes ont été passées dans un deuxième 20 séparateur de tri aéraulique (C) et la fraction b3) des matériaux polymères de synthèse extraites représentent une masse de 4,1 tonnes soit 17,5 % par rapport au total de départ. Cette fraction est considérée comme relativement propre. Quant à la fraction b2) constituée de matériaux 25 contaminants tels que des métaux caoutchoucs, minéraux, bois et autres, elle représentait une masse de 5,48 tonnes qui a été extraite par la base du deuxième séparateur aéraulique.

30 Selon l'étape c) du procédé, les 4,1 tonnes de la fraction b3) ont été fragmentées dans la zone de broyage (E), le broyage s'effectuant sur une grille de 25 mm.

A la sortie de la zone de broyage (E), les 4,1 tonnes ont 35 alimenté une zone de séparation aéraulique par flux gazeux (aspiration) comportant également un moyen de criblage (H) permettant une séparation très efficace par leur facteur

- 37 -

de forme des mousses polymères libérées au broyage dans la zone (E) : (dispositif de séparation modulaire commercialisé par la société WESTRUP).

5 De cette zone de séparation aéraulique et de criblage :

- ✓ une fraction (d3) représentant 2,4 tonnes de matériaux polymères de synthèse valorisables, essentiellement des thermoplastiques et un peu de thermodurcissables, a été 10 extraite sous forme de paillettes, de plaquettes et autres broyats représentant 10,3 % en poids de la masse totale du flux entrant dans le procédé selon l'invention ;
- 15 ✓ une fraction (d2) représentant 0,22 tonnes de matériaux contaminants lourds formée de fragments de bois, de métaux et de morceaux de fils électriques a été éliminée par criblage, représentant 0,9 % en poids de la masse totale du flux entrant dans le procédé selon 20 l'invention ;
- ✓ une fraction (d1) représentant 1,48 tonnes de matériaux également valorisables a été séparée par aspiration 25 comprenant des mousses résiduelles de polymères, des caoutchoucs fins, des matériaux polymères thermoplastiques et thermodurcissables, sous forme de poudre de paillettes, de plaquettes, représentant 6,3 % en poids de la masse totale du flux entrant dans le procédé selon l'invention ;
- 30 ✓ le taux de concentration en matériaux polymères de synthèse est passé, grâce au procédé de pré-traitement, d'environ 10 % en poids de la masse totale du flux entrant dans le procédé, à environ 90 % en poids dans 35 la fraction des polymères de synthèse valorisable issue du procédé de pré-concentration.

- 38 -

Il est possible de transformer en deux fractions de polymères de synthèses valorisables préconcentrées et présélectionnées, la fraction d3, mélange de polymères de synthèse valorisables sortant de l'étape d) par traitement 5 de cette fraction, dans une étape de séparation par densité en milieu aqueux (j) à un seuil de densité choisi ds = 1,1. Cette séparation par un seuil de densité à 1,1 permet d'obtenir une première fraction e1 de densité inférieure à 1,1 contenant en particulier les 10 matériaux polymères, et une autre fraction e2 de densité supérieure ou égale à 1,1 formée d'un mélange de matériaux polymères valorisables, tels que les polyuréthanes, des polyamides, des polyesters insaturés ou saturés, des 15 polyoléfines chargées et autres.

Les matériaux polymères de synthèse présents dans ce pré-concentré comportent des polychlorure de vinyle (PVC), à 20 la fois rigides et souples, mais plus certainement des rigides, des polypropylènes (PP) de densité = 0,9 des polyéthylènes haute densité (PEHD) et basse densité (PEBD), de densité = 0,92 à 0,95, des copolymères - éthylène-vinyle-acétate (EVA), copolymères-éthylènes- 25 propylènes, éthylène-propylène-caoutchouc (EPR), éthylène-propylène-diène-monomère (EPDM), des mousses de polyéthylène (PE), des mousses de polypropylène (PP), des polyoléfines chargées ayant des densités > 1, des polypropylènes (PP) chargés de 20 % talc, de densité = 30 1,05, des polypropylènes (PP) chargés talc à 30 %, polyéthylène (PE) chargé, des acrylonitriles butadiène styrène (ABS) non chargés de densité= 1,07, du polystyrène (PS) non chargé de densité = 1,05, des polycarbonates (PC), des polyamides (PA), PA6 densité = 1,13, PA6,6 35 densité = 1,14, PA6,10 densité = 1,08, PA11 densité = 1,04, PA12 densité = 1,02, chargés ou non chargés, ( fibre de verre ou de minéraux), des polyméthyle méthacrylate,

(PMMA) de densité = 1,18, des polyesters insaturés (PET) de densité = 1,10 à 1,3), des polyesters saturés (PET) de densité = 1,2, chargés ou non chargés en fibres de verre, des polyuréthannes (PU) chargés de densité = 1,21) rigides 5 ou semi-rigides, des caoutchoucs, et autres élastomères.

Les mousses polyuréthannes (PU) de densité = 0,02 à 0,035 ne sont pratiquement pas présente dans cette fraction concentrée car elles ont été extraites séparément.

10

Exemple 2 (selon la figure)

Un traitement conforme au procédé de préconcentration selon l'invention a été fait sur 33,94 tonnes d'un flux II 15 de matériaux légers et sur 19,96 tonnes d'un flux I de matériaux lourds formés d'un mélange de métaux non ferreux et de matières polymères.

Le mélange de ces deux flux lourd I et léger II représente 20 53,9 tonnes constituant le flux entrant dans le procédé de préconcentration.

Selon l'étape a) du procédé selon l'invention, le flux entrant a tout d'abord été soumis à une séparation 25 mécanique par criblage et/ou facteur de forme en (A) de manière sélective afin de retirer 8,6 tonnes de fines, soit 15,94 %. Les mailles du crible étaient de 0-4 mm.

Selon l'étape b) du procédé, le flux de matériaux venant 30 de l'étape a), c'est-à-dire 45,35 tonnes, a été soumis à séparation par tri aéraulique dans un premier séparateur aéraulique (B). 8,54 tonnes d'une fraction b1 de « légers » ont ainsi été extraites, par aspiration et 35 36,76 tonnes sont restées et sont considérées comme « lourds » formant un mélange des fractions b2) et b3) soit respectivement 15,8 % de « légers » et 68,2 % de

- 40 -

« lourds ». Presque toutes les mousses (99 %) ont été aspirées dans la fraction des légers.

Les 36,76 tonnes ont été passées, dans un deuxième séparateur de tri aéraulique (C) et la fraction des matériaux polymères de synthèse extraite b3) s'est montée à 16,9 tonnes soit 31,35 % par rapport au total de départ. Cette fraction b3) est la fraction contenant l'essentiel des matériaux polymères valorisables. L'autre fraction 10 formée pour l'essentiel de matériaux contaminants métalliques représentait 19,86 tonnes, soit 36,85% en poids par rapport au total de départ.

Selon l'étape c) du procédé, les 16,9 tonnes de la 15 fraction des matériaux polymères de synthèse b3) ont été fragmentées dans la zone de broyage (E), le broyage s'effectuant sur une grille de 25 mm.

A la sortie de la zone de broyage (E), les 16,9 tonnes de 20 matériaux broyés ont alimenté une zone de séparation mécanique par criblage ou à facteur de forme (F) permettant une séparation très efficace par leur facteur de forme des mousses polymères libérées au broyage dans la zone (E).

25

De cette zone de séparation mécanique par criblage et/ou facteur de forme (F) :

✓ 8,36 tonnes d'une fraction formée par le mélange de 30 fractions (d2) et (d3) formé de matériaux polymères de synthèse valorisables, essentiellement des thermoplastiques et un peu de thermodurcissables et de quelques matériaux contaminants lourds, ont été extraits sous forme de paillettes ,de plaquettes et 35 autres broyats représentant 15,5 % en poids de la masse totale du flux entrant dans le procédé selon l'invention ;

- 41 -

✓ 8,45 tonnes d'une fraction (d1) de matériaux contaminants ultra légers, ont été éliminées.

5 A l'issue de cette séparation mécanique par criblage, la fraction des matériaux à valoriser d3 est soumise à une étape (J) de séparation hydraulique dans une milieu aqueux ayant une densité de 1,1, seuil de densité ds choisi pour permettre une sélection selon deux fractions  
10 préconcentrées des matériaux polymères de synthèse à valoriser. La fraction (e1) des matériaux polymères valorisables extraite du procédé de traitement selon l'invention, parce que de densité inférieure à 1,1, représente 5,86 tonnes constitue une fraction pré-  
15 concentrée et présélectionnée en matériaux polymères valorisables atteignant 90 % de polymères de synthèse recyclés à valoriser. Cette fraction est essentiellement formée par des matériaux polymères recyclables, tels que polypropylène, polyéthylène, polypropylène chargé talc,  
20 polystyrène et ABS.

L'autre fraction e2, séparée, de 1,13 tonnes parce qu'ayant une densité supérieure à 1,1 représente les autres matériaux polymères valorisables ayant été écartés  
25 de la fraction e1.

- 42 -

Revendications

1. Procédé de traitement d'un mélange de matériaux issus  
5 d'un résidu de broyage d'articles consommables en fin de vie se présentant sous une forme fragmentée, , pour pré-concentrer ce mélange en matériaux valorisables et en éliminer au moins pour partie les matériaux contaminant les matériaux valorisables, ledit mélange  
10 à traiter comprenant :
  - ✓ une fraction de matériaux valorisables, qui sont des matériaux polymères de synthèse non expansés, de nature et/ou de compositions et/ou de facteurs de forme multiples, se présentant sous l'aspect de fragments allant d'un état rigide à un état souple,
  - ✓ des fractions de matériaux contaminants formés de matériaux minéraux et/ou de matériaux métalliques et/ou de matériaux organiques autres que les matériaux polymères non expansés et/ou des matériaux polymères de synthèse dans un état expansé,
- 25 caractérisé en ce qu'il comporte :
  - a) une première étape de séparation mécanique par criblage et/ou facteur de forme pour extraire au moins pour partie la fraction des matériaux minéraux  
30 contaminants du mélange des matériaux fragmentés,
  - b) une étape de séparation aéraulique, par flux gazeux, comportant une entrée du mélange de matériaux provenant de l'étape a) débarrassé au moins pour partie de la fraction des matériaux minéraux et trois sorties pour l'extraction de fractions de matériaux séparés dont la première fraction (b1)

- 43 -

consiste en une fraction de matériaux polymères de synthèse ultra légers et/ou expansés, la deuxième fraction (b2) consiste en une fraction de matériaux lourds présents dans le mélange et la troisième fraction (b3) consiste en une fraction des matériaux polymères de synthèse à valoriser se présentant sous une forme fragmentée allant d'un état rigide à un état souple,

10       c) une étape de broyage de la fraction (b3) des matériaux polymères à valoriser provenant de l'étape b), à la maille de libération des matériaux contaminants inclus, adhérants ou assemblés aux fragments de la fraction des matériaux polymères à valoriser,

15       d) une seconde étape de séparation mécanique par criblage et/ou séparation aéraulique par flux gazeux, de la fraction des matériaux polymères de synthèse à valoriser provenant de l'étape c) de broyage pour en éliminer au moins pour partie la fraction des matériaux contaminants libérés lors du broyage et en extraire la fraction des matériaux valorisables constituant le mélange souhaité, pré-concentré en matériaux valorisables, contenant encore des contaminants.

2. Procédé de traitement d'un mélange de matériaux issus de résidus de broyage d'articles consommables en fin de vie se présentant sous une forme fragmentée, , pour pré-concentrer ce mélange en matériaux valorisables et en éliminer au moins pour partie les matériaux contaminant les matériaux valorisables, ledit mélange à traiter comprenant :

- 44 -

- ✓ une fraction de matériaux valorisables, qui sont des matériaux polymères de synthèse non expansés, de nature et/ou de compositions et/ou de facteurs de forme multiples, se présentant sous l'aspect de fragments 5 allant d'un état rigide à un état souple,
- ✓ des fractions de matériaux contaminants formés de matériaux minéraux et/ou de matériaux métalliques et/ou de matériaux organiques autres que les matériaux polymères non expansés et/ou des matériaux polymères de synthèse dans un état expansé, 10

se caractérise en ce qu'il comporte :

- 15 a) une première étape de séparation mécanique par criblage et/ou facteur de forme pour extraire au moins pour partie du mélange des matériaux fragmentés, la fraction des matériaux minéraux contaminants,
- 20 b) une étape de séparation aéraulique, par flux gazeux, comportant une entrée du mélange de matériaux provenant de l'étape a) débarrassé au moins pour partie de la fraction des matériaux minéraux et 25 trois sorties pour l'extraction de fractions de matériaux séparés dont la première fraction (b1) consiste en une fraction de matériaux polymères de synthèse ultra légers et/ou expansés, la deuxième fraction (b2) consiste en une fraction de matériaux lourds présents dans le mélange et la troisième fraction (b3) consiste en une fraction des matériaux polymères de synthèse à valoriser se présentant sous 30 une forme fragmentée allant d'un état rigide à un état souple,
- 35 c) une étape de broyage de la fraction (b3) des matériaux polymères à valoriser provenant de l'étape

- 45 -

b), à la maille de libération des matériaux contaminants inclus, adhérants ou assemblés aux fragments de la fraction des matériaux polymères à valoriser,

5

10 d) une seconde étape de séparation mécanique, par criblage et/ou séparation aéraulique par flux gazeux, de la fraction des matériaux polymères de synthèse à valoriser provenant de l'étape c) de broyage pour en éliminer au moins pour partie la fraction des matériaux contaminants libérés lors du broyage et en extraire la fraction des matériaux valorisables constituant le mélange souhaité, préconcentré en matériaux valorisables, contenant

15 encore des contaminants,

20 e) une étape de séparation par densité en milieu aqueux de la fraction des matériaux valorisables provenant de l'étape d) selon un seuil de densité «  $ds$  » choisi pour permettre l'obtention de deux fractions de matériaux valorisables présélectionnées selon le seuil «  $ds$  » de densité choisi et préconcentrées en matériaux valorisables contenant encore des matériaux contaminants.

25

3. Procédé selon l'une des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce que le mélange de matériaux à traiter contient en tant que matériaux valorisables à préconcentrer des matériaux polymères de synthèse 30 thermoplastiques et thermodurs non expansés présents dans des objets parvenus en fin de vie et résultant d'un broyage destructif.

4. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 35 3, caractérisé en ce que les matériaux valorisables se présentent sous la forme de fragments dont la plus

- 46 -

grande dimension est au plus de 250 mm et préférentiellement d'au plus 200 mm.

5. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que le mélange des matériaux à traiter est soumis à une séparation par criblage et/ou par facteur de forme selon l'étape (d), la maille de criblage ayant sa plus grande dimension au plus égale à 25 mm et préférentiellement comprise entre 1 et 15  
10 mm.
15. Procédé selon la revendication 5, caractérisé en ce que la séparation par criblage et/ou facteur de forme se fait dans un dispositif à mailles calibrées de séparation choisi dans le groupe constitué par les dispositifs à grille vibrantes ou à surface de séparation cylindrique en rotation.
20. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que les matériaux valorisables provenant de l'étape (a) débarrassée pour partie des matériaux contaminants sont soumis à une séparation aéraulique par aspiration et/ou soufflage dans un seul moyen de séparation aéraulique comportant au moins deux zones de séparation aéraulique spécifique, la première zone spécifique de séparation aéraulique étant simultanément la zone d'alimentation dudit moyen de séparation aéraulique en un flux de matériaux à séparer qui est soumis, au cours de son introduction  
25 dans ladite zone, à une séparation aéraulique précoce par flux gazeux avec séparation immédiate de la fraction (b1) des matériaux ultra légers à éliminer et la sortie immédiate de ladite fraction (b1) du moyen de séparation aéraulique, l'autre zone spécifique de  
30 séparation aéraulique étant munie d'un moyen de criblage et également soumise à un flux gazeux, qui traite le mélange des fractions des matériaux (b2)
- 35

lourds et contaminants et des matériaux (b3) légers et valorisables provenant de la première zone spécifique, le flux gazeux séparant et entraînant vers une sortie du moyen de séparation aéraulique la fraction (b3) des matériaux légers et valorisables, tandis que la fraction (b2) des matériaux lourds contaminants est séparée de la fraction (b3) par gravité et est éliminée du moyen de séparation aéraulique par une sortie appropriée.

10

8. Procédé selon la revendication 7, caractérisé en ce que le moyen de séparation aéraulique à deux zones de séparation spécifique est choisi dans le groupe constitué par les séparateurs-nettoyeurs-calibraires modulaires comportant des cibles et une double aspiration.

20

9. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que les matériaux valorisables provenant de l'étape (a) débarrassées pour partie des matériaux contaminants sont soumis à une séparation aéraulique par aspiration ou soufflage dans deux moyens de séparation aérauliques montés en série.

25

10. Procédé selon la revendication 9, caractérisé en ce que premier moyen de séparation aéraulique reçoit le flux entrant de matériaux à séparer en fractions de matériaux contaminants et valorisables provenant de l'étape a), traite ce flux en deux fractions, de telle sorte que la fraction des matériaux ultralégers (b1) est extraite par la partie supérieure dudit premier moyen de séparation aéraulique, tandis qu'un mélange des fractions de matériaux lourds contaminants (b2) et des matériaux légers à valoriser (b3) est extrait par la partie basse dudit moyen de séparation aéraulique, puis est introduit dans le deuxième moyen de séparation aéraulique, la fraction des matériaux

lourds (b2) contaminants étant éliminée par la partie basse du deuxième moyen de séparation aéraulique tandis que la fraction (b3) des matériaux à valoriser est extraite dudit deuxième moyen de séparation aéraulique.

11. Procédé selon la revendication 9, caractérisé en ce que le premier moyen de séparation aéraulique reçoit le flux entrant de matériaux à séparer en fractions de matériaux contaminants et valorisables provenant de l'étape a), traite le flux en deux fractions de telle sorte que la fraction des matériaux lourds contaminants (b2) est extraite par la partie basse dudit moyen de séparation aéraulique tandis qu'un mélange des fractions des matériaux ultra légers contaminants (b1) et des matériaux légers valorisables (b3) est extrait par la partie supérieure du premier moyen de séparation aéraulique, puis ce mélange des fractions (b1) et (b3) est introduit dans le deuxième moyen de séparation aéraulique, la fraction des matériaux ultra légers contaminants (b1) étant éliminée par la partie supérieure dudit deuxième moyen de séparation aéraulique, tandis que la fraction des matériaux légers valorisables (b3) est extraite par la partie inférieure dudit moyen de séparation aéraulique.

12. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 11, caractérisé en ce que la fraction des matériaux ultra légers contaminants (b1) extraite de la zone de séparation aéraulique est soumise à une étape supplémentaire de séparation par criblage selon leur plus grande dimension et/ou leur facteur de forme pour réaliser la séparation d'une fraction formée de matériaux de dimensions inférieures à celle de la maille du crible telles que des poudres de polymères, des déchets de fils et/ou de films, de petits volumes

- 49 -

de mousses et d'une fraction formée de tous les flocons de mousses ne pouvant passer à travers les mailles du crible qui est valorisée par une opération appropriée.

5

13. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 12, caractérisé en ce que la fraction b3) des matériaux polymères à valoriser provenant de l'étape b) de séparation aéraulique qui contient encore des matériaux contaminants inclus, adhérants ou assemblés aux matériaux polymères à valoriser, est soumise à une action de broyage fin pour atteindre au moins la maille de libération des matériaux contaminants inclus dans les matériaux polymères à valoriser, pour libérer lesdits matériaux polymères à valoriser de tous les matériaux contaminants.
14. Procédé selon la revendication 13, caractérisé en ce que la maille de libération des matériaux contaminants ont au moins une fragmentation fine par broyage donnant des particules de polymères à valoriser ayant leur plus grande dimension au plus égale à 50 mm, de préférence d'au plus égale à 25 mm, et très préférentiellement d'au plus égale à 15 mm.
15. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 14, caractérisé en ce que, dans le cas où le flux des matériaux finement broyés provenant de l'étape c) et entrant dans l'étape d) contient au plus 20% en poids d'eau, la séparation des diverses fractions ultra légères, légères et lourdes de ce flux se fait dans une zone de séparation aéraulique comprenant au moins un moyen de séparation aéraulique fonctionnant par insufflation et/ou par aspiration d'un flux gazeux, cette zone comportant une entrée du mélange des matériaux provenant de l'étape c) à séparer et trois sorties permettant l'extraction d'une fraction (d1) de

- 50 -

matériaux polymères ultra légers et/ou expansés à éliminer, d'une fraction (d2) consistant en des matériaux lourds contaminants à éliminer et d'une fraction (d3) formée des matériaux polymères à valoriser, cette dernière fraction (d3) constituant le flux de matériaux valorisables pré-concentré.

16. Procédé selon la revendication 15, caractérisé en ce que, lorsque la zone de séparation aéraulique de l'étape d) comporte un seul moyen de séparation aéraulique, ce moyen de séparation comportant lui-même au moins deux zones spécifiques de séparation des matériaux à séparer, l'une des zones spécifiques de séparation aéraulique étant la zone qui permet simultanément l'alimentation en matériaux à séparer dont le flux entrant est soumis au cours de son introduction dans ladite zone à une séparation aéraulique précoce et à une sortie immédiate du moyen de séparation aéraulique de la fraction (d1) des matériaux ultra légers à éliminer par l'intermédiaire d'un flux gazeux, l'autre zone spécifique de séparation aéraulique, munie d'une surface de criblage et soumise à un flux gazeux, traitant le mélange des fractions des matériaux (d2) lourds contaminants et des matériaux (d3) légers valorisables provenant de la première zone spécifique, le flux gazeux séparant et entraînant vers une sortie un moyen de séparation aéraulique la fraction (d3) des matériaux légers et valorisables, tandis que la fraction (d2) des matériaux lourds contaminants se sépare de la fraction (d3) par gravité et est éliminée du séparateur aéraulique par une sortie appropriée.

17. Procédé selon la revendication 15, caractérisé en ce que, lorsque la zone de séparation comporte deux moyens de séparation aérauliques, lesdits moyens de séparation sont montés en série de telle manière

- 51 -

qu'une sortie au moins des fractions des matériaux contaminants (d1) et (d2) se trouve sur le premier moyen de séparation aéraulique.

5 18. Procédé selon la revendication 17, caractérisé en ce que le premier moyen de séparation aéraulique reçoit le flux entrant de matériaux à séparer en fractions de matériaux contaminants et valorisables provenant de l'étape c), traite ce flux en deux fractions, de telle

10 sorte que la fraction des matériaux ultra légers (d1) est extraite par la partie supérieure du premier moyen de séparation aéraulique, tandis qu'un mélange des fractions de matériaux lourds contaminants (d2) et des matériaux légers à valoriser (d3) est extraite par la

15 partie basse dudit moyen de séparation aéraulique puis ce mélange des fractions (d2) et (d3) est introduit dans le deuxième moyen de séparation aéraulique, la fraction des matériaux lourds (d2) étant éliminée par la partie basse dudit deuxième moyen de séparation aéraulique tandis que la fraction d3) des matériaux à

20 valoriser est extraite de l'étape d) pour former la fraction pré-concentrée en matériaux polymères à valoriser.

25 19. Procédé selon la revendication 17, caractérisé en ce que le premier moyen de séparation qui reçoit le flux entrant de matériaux à séparer en fractions de matériaux contaminants et valorisables provenant de l'étape c) traite le flux en deux fractions de telle

30 sorte que la fraction des matériaux lourds contaminants (d2) est extraite par la partie basse dudit premier moyen de séparation aéraulique, tandis qu'un mélange des fractions des matériaux ultra légers contaminants (d1) et des matériaux valorisables (d3) est extraite par la partie supérieure dudit premier moyen de séparation aéraulique puis ce mélange des fractions de matériaux ultra légers contaminants (d1)

35

- 52 -

et de matériaux valorisables (d3) est introduit dans le deuxième moyen de séparation aéraulique, la fraction des matériaux ultra légers contaminants (d1) étant éliminée par la partie supérieure du deuxième moyen de séparation aéraulique, tandis que la fraction des matériaux valorisables est extraite par la partie inférieure dudit moyen de séparation pour former la fraction pré-concentrée en matériaux polymères à valoriser.

10

20. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 14, caractérisé en ce que, dans le cas où le flux des matériaux finement broyés provenant de l'étape c) et entrant dans l'étape d) contient au moins 20% en poids d'eau, une séparation mécanique par criblage et/ou facteur de forme peut être réalisée par l'intermédiaire d'un dispositif comportant un moyen de criblage adapté à la forme des fragments des matériaux valorisables.

15

21. Procédé selon la revendication 20, caractérisé en ce que le moyen de criblage est une grille à maille calibrée de séparation, la plus grande dimension de la maille calibrée étant au plus de 25 mm et préférentiellement d'au plus 10 mm.

20

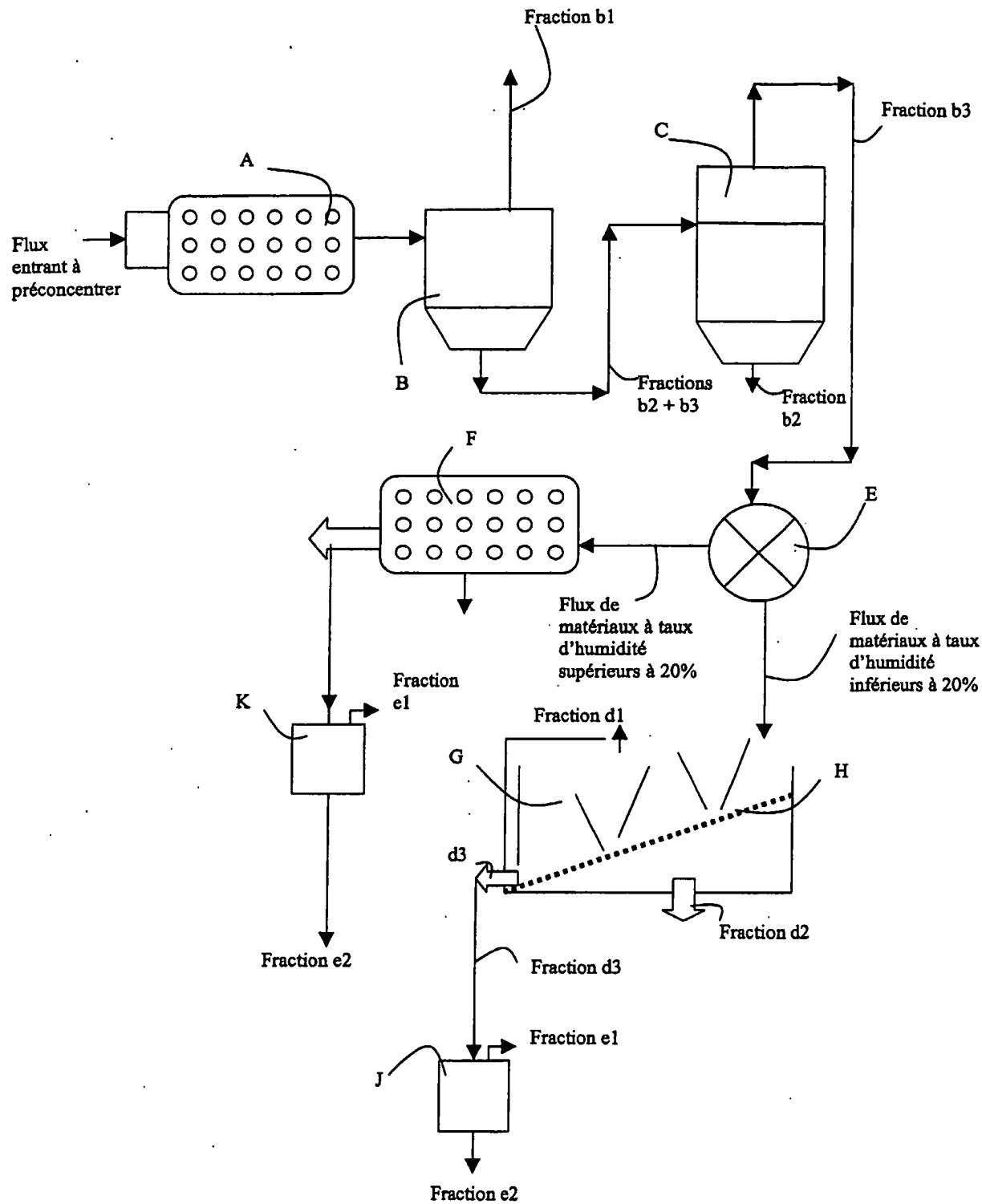
22. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 21, caractérisé en ce que la fraction extraite des matériaux polymères valorisables atteint préférentiellement au moins 85% en poids desdits matériaux polymères valorisables.

30

23. Utilisation des fractions préconcentrées en matériaux polymères valorisables résultant de l'une quelconque des revendications 1 à 22 pour alimenter des procédés de séparation sélective permettant l'extraction séparée de chacun des polymères valorisables.

35

1/1



Figure